I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCGO und Abiturerlass in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzen sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzen für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzen in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzen									
	F1	**F2**	**E1**	**E2**	**E3**	**K1**	**K2**	**K3**	**B1**	**B2**
1	X								X	
2.1			X			X				
2.2	X							X		
3.1	X	X								
3.2		X								
3.3		X								
3.4		X								
3.5		X		X						
4.1	X	X					X			
4.2		X		X						

Inhaltlicher Bezug
Q3: Quanten- und Atomphysik
verbindliche Themenfelder: Eigenschaften von Quantenobjekten (Q3.1), Atommodelle (Q3.2)

II Lösungshinweise und Bewertungsraster

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, sind ebenso zu akzeptieren. Bei den Ergebnissen numerischer Rechnungen ist zu berücksichtigen, dass in der Physik Messwerte und sich daraus ergebende Rechenergebnisse immer nur im Rahmen der Messgenauigkeit korrekt sind und gerundete Werte darstellen. Geringe Abweichungen von den in den Lösungshinweisen angegebenen Werten sind daher zu akzeptieren.
Bei den unten angegebenen Lösungen werden für Naturkonstanten die im Taschenrechner vorhandenen Werte verwendet. Zwischen- und Endergebnisse sind sinnvoll gerundet angegeben.
Für weitere Rechnungen mit diesen Zwischenergebnissen werden nicht die gerundeten, sondern die im Taschenrechner gespeicherten Werte verwendet, damit Rundungsungenauigkeiten nicht kumulieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
1	Erklären: Es muss eine bestimmte Austrittsarbeit verrichtet werden, um die Elektronen aus einer Metallplatte auszulösen. Wenn die Photonen des verwendeten UV-Lichts die dazu nötige Energie besitzen, kann durch die Bestrahlung mit UV-Licht eine negativ aufgeladene Metallplatte entladen werden.	2
	Beurteilen: Wird eine neutrale Platte mit UV-Licht bestrahlt, können ebenfalls Elektronen aus der Metallplatte ausgelöst werden. Ist die Platte isoliert aufgestellt, können die ausgelösten Elektronen nicht mehr ausgeglichen werden. Der Elektronenmangel an der Platte führt allerdings dazu, dass die ausgelösten Elektronen wieder zurückgezogen werden. Daraus folgt, dass keine Aufladung zu messen sein wird. *Bei Nennung aller Argumente ist die Schlussfolgerung, dass nur eine sehr schwache Aufladung zu messen sein wird, ebenfalls mit 3 BE zu bewerten.*	3
2.1	Erläutern: Die Grafik zeigt die sich jeweils ergebende Stromstärke in Abhängigkeit von der anliegenden Spannung. Diese ist so gepolt, dass die an der Kathode ausgelösten Elektronen zur Ringanode hin beschleunigt werden. $U = 0\,\mathrm{V}$: Die Ringanode wird nur von den Elektronen erreicht, die ausreichend kinetische Energie erhalten haben und sich in Richtung Anode bewegen. $U > 0\,\mathrm{V}$: Mit zunehmender Spannung erreichen immer mehr Elektronen pro Sekunde die Ringanode und die Stromstärke steigt. Sättigungseffekt: Ab einer bestimmten Spannung gelangen nahezu alle ausgelösten Elektronen zur Ringanode und werden damit als Strom gemessen. Eine weitere Erhöhung der Spannung erhöht die Anzahl der ausgelösten Elektronen pro Sekunde und damit die Stromstärke nicht.	4
2.2	Skizzieren: I U	2
	Erläutern: Wird die Lichtquelle näher an die Fotozelle herangerückt, so treffen mehr Photonen auf die Kathode. Dadurch werden mehr Elektronen ausgelöst und erreichen die Ringanode. Die Stromstärke und der Sättigungswert sind größer.	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
3.1	Erläutern: $E_{\text{kin}} = h \cdot f - W_{\text{A}}$ Die kinetische Energie eines Fotoelektrons wird bestimmt von der Energie des einfallenden Photons reduziert um die Austrittsarbeit, die für die Auslösung des Elektrons aufgebracht werden muss.	3
	Berechnen: $h = \frac{\Delta E_{\text{kin}}}{\Delta f} = \frac{e \cdot (U_2 - U_1)}{f_2 - f_1} = \frac{e \cdot (1{,}55\,\text{V} - 0{,}31\,\text{V})}{\frac{c}{350 \cdot 10^{-9}\,\text{m}} - \frac{c}{550 \cdot 10^{-9}\,\text{m}}} = 6{,}378 \cdot 10^{-34}\,\text{Js}$	3
	$p = \left\| \frac{h_{\text{exp}} - h}{h} \right\| = \left\| \frac{6{,}378 \cdot 10^{-34}\,\text{Js} - h}{h} \right\| = 0{,}0374$ Die prozentuale Abweichung vom Literaturwert beträgt 3,74 %.	1
3.2	Bestätigen: $W_{\text{A}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_{\text{kin}} = h \cdot \frac{c}{550 \cdot 10^{-9}\,\text{m}} - e \cdot 0{,}31\,\text{V} = 3{,}115 \cdot 10^{-19}\,\text{J} = 1{,}94\,\text{eV}$	3
3.3	Herleiten: $h \cdot f = E_{\text{kin}} + W_{\text{A}}$ $h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{1}{2} m_{\text{e}} v^2 + W_{\text{A}}$ $v = \sqrt{2 \cdot \left(h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_{\text{A}} \right) \cdot \frac{1}{m_{\text{e}}}}$	3
	Berechnen: $v = \sqrt{2 \cdot \left(h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_{\text{A}} \right) \cdot \frac{1}{m_{\text{e}}}} = \sqrt{2 \cdot \left(h \cdot \frac{c}{550 \cdot 10^{-9}\,\text{m}} - 1{,}94\,\text{eV} \right) \cdot \frac{1}{m_{\text{e}}}} = 3{,}32 \cdot 10^5\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$	2
	Begründen: Da der berechnete Wert für v nur ungefähr ein Tausendstel der Lichtgeschwindigkeit beträgt, ist eine relativistische Rechnung nicht notwendig.	1
3.4	Bestätigen: $[h \cdot f] = 1\,\text{Js} \cdot \frac{1}{s} = 1\,\text{J}$ $[t] = 1\sqrt{\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{J}}} = 1\sqrt{\frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}} = 1\,\text{s}$	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
	Berechnen: $t=\sqrt{\frac{2\cdot(0{,}01\,\text{m})^2\cdot m_\text{e}}{h\cdot 6\cdot 10^{14}\,\text{Hz}-1{,}94\,\text{eV}}}=4{,}58\cdot 10^{-8}\,\text{s}$	1
	Umstellen der Gleichung nach f und einsetzen der Zeit: $f=\left(\frac{2\cdot s^2\cdot m_\text{e}}{t^2}+W_\text{A}\right)\cdot\frac{1}{h}=\left(\frac{2\cdot(0{,}01\text{m})^2\cdot m_\text{e}}{\left(9{,}43\cdot 10^{-8}\text{s}\right)^2}+1{,}94\,\text{eV}\right)\cdot\frac{1}{h}=5\cdot 10^{14}\,\text{Hz}$	2
3.5	Berechnen: $E_\text{ges}=n\cdot E_\text{Ph}$ $P=\frac{E_\text{ges}}{t}=\frac{h\cdot f\cdot n}{t}$ $n=\frac{P\cdot t}{h\cdot f}=\frac{1{,}8\cdot 10^{-18}\,\text{W}\cdot 1\text{s}}{h\cdot\frac{c}{590\cdot 10^{-9}\,\text{m}}}=5{,}3$ Es müssen pro Sekunde mindestens 6 Photonen auf die Kathode treffen, um detektiert werden zu können.	4
4.1	Nennen: − Innerhalb des Topfes wirken keine Kräfte auf das Elektron. − Die potentielle Energie hat über die Länge des Potenzialtops den Wert $E_\text{pot}=0\,\text{J}$. − Das Elektron kann den Potenzialtopf nicht verlassen, da seine Wände unendlich hoch sind und es nicht in die Wände eindringen kann. − Dem Teilchen werden Welleneigenschaften zugeschrieben. *Es sind nur drei Nennungen nötig.* *Andere richtige Nennungen sind ebenfalls zu akzeptieren.*	3
	Skizzieren: $\|\psi_3\|^2$ … a x	3
	Erklären: An den Wänden und außerhalb des Topfes ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit null. Der Graph zur Funktion $\|\psi_3\|^2$ hat an den Stellen $x=0$ und $x=a$ eine Nullstelle.	2

Aufg.	erwartete Leistungen	BE
4.2	Berechnen: $\Delta E = \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot (n_2^2 - n_1^2)$ $h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{h^2}{8 \cdot m_e \cdot a^2} \cdot (n_2^2 - n_1^2)$ $a = \sqrt{\frac{h \cdot \lambda}{8 \cdot c \cdot m_e} \cdot (n_2^2 - n_1^2)} = \sqrt{\frac{h \cdot 500 \cdot 10^{-9}\,\text{m}}{8 \cdot c \cdot m_e} \cdot (7^2 - 6^2)} = 1{,}4 \cdot 10^{-9}\,\text{m}$	4
	Summe	**50**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Im Fach Physik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung je eines Vorschlags aus den Aufgabengruppen A und B, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1		1	4	**5**
2	1	7		**8**
3	9	12	4	**25**
4	5	5	2	**12**
Summe	**15**	**25**	**10**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.